

# 回答書

## 不整地移動可能な電動車いすのための 三次元環境認識による段差移動計画

発表者：60200121 森 保道

発表日：2019/11/14

### ● 研究目的

環境認識機能を取り入れ，周辺環境や走行路面を把握し，それらの情報から現在使用されている**段差踏破アルゴリズムを改良すること**。

### ● 姿勢推定について

#### □ 質問回答の前に...

ロボットの姿勢について，P-WA には搭乗部を水平に保つため，座面下に姿勢角度センサが取り付けられています。このセンサにより，ロボットのロール角および，ピッチ角を取得できます。発表の際，式で導出した姿勢角はヨー角のみ用いており，ロール角およびピッチ角は姿勢角度センサの値を用いております。発表時にこれらのことを説明しておらず，誤解を生んでしまいました。

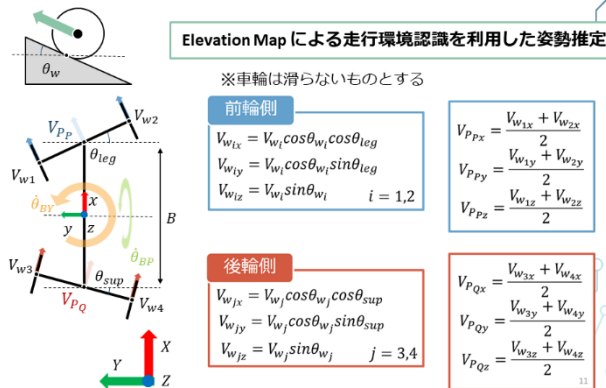
#### □ なぜ必要なのか

環境認識を行うため（Elevation Map を作成するため）に必要です。また研究目的である段差踏破アルゴリズムでも姿勢情報を利用する予定です。

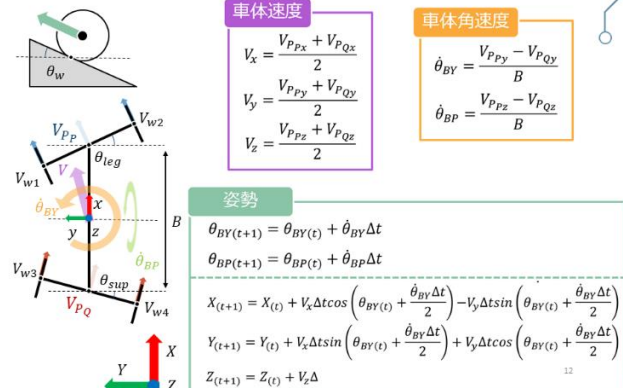
#### □ 式についての説明

1. 四つの車輪それぞれの速度を  $x, y, z$  成分に分けて導出する。
2. 前輪側と後輪側に分けて平均をとることで橈軸点速度  $V_{pp}$  と橈軸点速度  $V_{pq}$  を求める。
3. 前輪側と後輪側の橈軸点速度の平均をとることで車体速度を導出することが出来る。
4. 橈軸点速度の  $y$  成分から投影胴体長さ  $B$  で割ることでヨー角を求める。※ピッチ角も同様に  $z$  成分で求めています，推定には用いておりません。（姿勢角度センサの値を用いている）

## 姿勢推定の導出



## 姿勢推定の導出

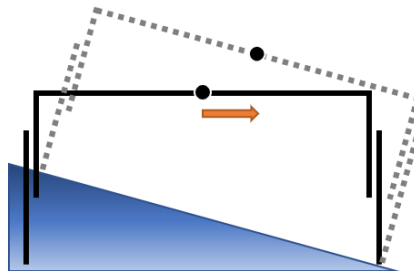


### 段差踏破時でも推定できるのか

今回発表した式は車輪モード時の姿勢推定であり，段差踏破時には推定できません．今後脚モード時の推定式を導出する予定です

### ロール軸動きを考慮すると正しく推定できるのか

下図のように片輪が斜面を登る際にロール軸が回転します．このことにより樞軸点（図の黒点）が右側に速度が発生します．この速度を考慮する必要があります．（ここでのロール軸とはロボットの姿勢のことではなく，前後のアクチュエータのロール軸です．）



### 砂利道などでも推定できますか

砂利道では，車輪の滑りが発生しやすいため，正確には推定できないと思います．

### Elevation Map の値や姿勢を考慮し，段差の踏破可否を判断するのでしょうか

はい．Elevation Map で得られた情報から段差に対しての進入角度や段差高さなどの情報を取得します．現在はそれらの情報からアルゴリズムの改良を行いたいと考えております．

### Elevation Map とは何か

姿勢推定と，距離センサを備えたロボットによる起伏の多い地形のローカルナビゲーションタスクのために設計されたロボット中心のローカルマップ．地形図はロボットの現在の姿勢に関連付けられ，ロボットの前方にある観測領域の精度がもっとも高く

なる．以前に表示された地図は不確実性が蓄積され，ロボットが移動すると削除される．詳しい作成方法は以下の論文に記載されております．

P. Fankhauser, M. Bloesch, and M. Hutter, “Probabilistic terrain mapping for mobile robots with uncertain localization,” IEEE Robotics and Automation Letters, vol. 3, no. 4, pp. 3019–3026, Oct 2018.

- **Elevation Map と SLAM との違い**

**SLAM** とは, Simultaneously Localization and Mapping の略で, 各種センサから取得した情報から, **自己位置推定**と**地図作成**を同時に行うことです. 移動して得た情報を基に**全体地図**を作成するとともにロボット自身の位置も推定します. センサによって周囲の環境の形状を把握し, その形状データをもとにロボットの自己位置も推定するものです. 自分の位置を推定し, **修正しながら地図**を作って動いていきます.

**Elevation Map** はローカルマップを作成するものであり, **全体地図**を作成するものではありません. また位置や姿勢を推定する必要がありますが, 必要なのは局所的な位置です. また**センサ**による**補正**も行いません. ロボットの移動とともにロボット周辺以外の地図は削除されていきます.

- **評価について**

基本的には先行研究との比較となり, シミュレーションを用います. シミュレーションを用いる理由として, ロボットの軌跡や姿勢の真の値が容易に取得できることなどが挙げられます.

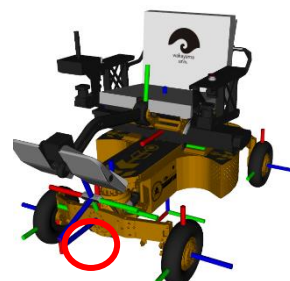
- **センサについて**

- センサはどのようなものを想定しているか

RGB-D カメラ(Intel Realsense d435i)を想定した画角に設定しています.

- どこにつけているのか

現在は図の赤丸の位置に取り付けています.



- **周辺環境はあらかじめ把握されていることが前提か, また周辺環境とは段差の高さや摩擦係数などを意味しているのか**

いいえ, イメージとしては, 移動しながら周辺環境を認識します. 本研究での周辺環境とは段差の高さなどの情報や傾斜の情報などを表しており, 摩擦係数は対象外です.